

doi: 10.3969/j.issn.1672-6073.2026.02.002

面向快速到达的市域快线 运输组织关键技术 ——以成都轨道交通19号线为例

赵壹, 向红

(中铁二院工程集团有限责任公司, 成都 610031)

摘要: 为实现市域快线“快速到达”目标,提升其服务水平和公共交通吸引力,以成都轨道交通19号线为例开展面向快速到达的市域快线运输组织关键技术研究。在成都“一市两场”的双机场格局下,实现“双机场30 min快速到达”的成都轨道交通19号线是市域快线快速到达的极致案例。成都轨道交通19号线在面对双机场之间66.7 km的运营距离与其复合功能定位时,为了实现双机场之间快速到达,创新采用以下行车组织关键技术:完成17、18、19号线3条轨道线路之间的“一线拆解、三线贯通运营”运输组织方案设计,确保两场间直达列车开行可行性;将市域交流A型列车最高运行速度由140 km/h提高至160 km/h,为实现双机场30 min内直达创造更好条件;为保持直达列车始终高速运行,采用直达列车过站速度提高至160 km/h、引入42号道岔等措施。通过对上述创新技术的系统梳理,总结出市域快线快速到达的运输组织5项关键设计启示:规划提前布局确保跨线运营条件;统一调度跨线运营线路;市域A车提速应用新思路;快车过站速度具备提高条件;42号道岔谨慎引入地下工程。

关键词: 市域快线;跨线运营;直达列车;市域A型车;全速过站;42号道岔

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2026)02-0013-07

Key Technologies of Urban Express Line Transportation Organization for Rapid Arrival-Taking Chengdu Rail Transit Line 19 as an Example

ZHAO Yi, XIANG Hong

(China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031)

Abstract: To investigate how urban express lines can achieve “rapid arrival” and enhance their service level and public transit attractiveness, this paper uses Chengdu Rail Transit Line 19 as a case study to examine key technologies in transportation organization oriented toward rapid arrival. Under Chengdu’s dual-airport configuration of “one city, two airports,” the Chengdu Rail Transit Line 19, which achieves “30-minute rapid connectivity between dual airports,” represents an exemplary case of rapid arrival for urban express lines. Facing a 66.7 km operating distance between the two airports and a composite functional positioning, Chengdu Rail Transit Line 19 innovatively adopts the following key train operation technologies to achieve rapid inter-airport connectivity: Completing the design of a “one-line separation and three-line through operation” scheme among

收稿日期: 2025-05-09 修回日期: 2025-10-23

第一作者: 赵壹, 女, 硕士, 正高级工程师, 从事城市轨道交通运营组织与经济评价研究, 450452368@qq.com

基金项目: 中国中铁股份有限公司(KSWQ257006)

引用格式: 赵壹, 向红. 面向快速到达的市域快线运输组织关键技术: 以成都轨道交通19号线为例[J]. 都市快轨交通, 2026, 39(2): 13–19.

Zhao Yi, Xiang Hong. Key technologies of urban express line transportation organization for rapid arrival-taking Chengdu rail transit line 19 as an example[J]. Urban rapid rail transit, 2026, 39(2): 13–19.

Lines 17, 18, and 19 to ensure the feasibility of direct train service between the two airports; increasing the maximum operating speed of the urban AC A-type trains from 140 km/h to 160 km/h, thereby creating better conditions for 30-minute direct connectivity between the dual airports; maintaining high-speed operation of direct trains by increasing their passing speed through stations to 160 km/h and introducing No. 42 turnouts. Through a systematic review of these innovative technologies, this paper identifies five key design insights for achieving rapid arrival in urban express line transportation organization: Advance planning to ensure cross-line operation capabilities; unified scheduling of cross-line operating lines; new approaches to speed enhancement for urban A-type vehicles; favorable conditions for increasing express train passing speeds; and cautious introduction of No. 42 turnouts into underground projects.

Keywords: urban express line; through operation; direct train; urban A-type vehicle; full speed station passing; No.42 turnout

在城市化进程加速与区域一体化发展背景下,市域快线作为连接中心城市与周边区域、重要枢纽节点的关键交通载体,其快速到达能力直接决定了城市交通网络的运行效率,不仅是缩短时空距离、提升居民出行体验的核心需求,更是支撑城市重大功能布局、促进区域资源要素高效流动的重要保障。尤其在城市多机场体系建设中,市域快线的快速运输能力,是实现机场间高效衔接、“航空+轨道”联运枢纽、提升城市综合交通竞争力的关键支撑。成都轨道交通19号线是在成都“一市两场”双机场规划建设背景下诞生的具有城轨快线及双机场联络线复合功能的轨道交通线路,为满足两场一体化运行,须满足双机场30 min到达的需求。

在市域快线运输组织实践应用方面,通常采用换乘衔接方式、大站快车运营模式、大站快车越行过站速度100 km/h等技术标准^[1]。既有方案不能满足部分对“快速到达”有极致要求的场景,制约了线路效能的进一步提升。聚焦于机场快线这一特定类型,情况则更为凸显。目前机场线大多可以实现中心城区至机场半小时可达的目标^[2],但双机场间的轨道交通系统少,且普遍存在直达性较差、最高运行速度低、站站停运营模式耗时长等困境,双机场出行时间普遍在1 h以上,难以满足高效联动的枢纽联通需求。

在行车组织相关理论研究方面,向红^[3-5]等从系统能力、停站方案、越行点确定、配线方案等方面建立了快慢车和跨线运营理论体系,并在成都轨道交通18号线进行实践应用;杨志成^[6]等对新建机场快线速度目标值选择的方法进行研究;徐成永^[7]对北京市域快轨新机场线车辆选型进行研究,提出在城际动车组成熟平台基础上改进市域型车的结论;刘昕铭^[8]等提出市域快轨快车100 km/h过站车站限界方案研究;周宏昌^[9]对市域郊铁路快慢车运营组织模式下越行速度方案进行研究;宋仲仲^[10]对快慢车运营组织模式下城市轨道交通越行站配线方案包容性设计进行

研究。

经分析,以上研究虽取得一定成果,但没有将快慢车和跨线运营模式、列车时速、快车越站速度提高、选用大号数道岔等方面系统性研究应用在市域快线快速出行的成果。

成都市为了打通既往双机场城市无城轨快速到达的痛点,提出“双机场30 min到达”的时间目标要求。但在成都双机场66.7 km的空间距离和复合功能条件下,“双机场30 min到达”实现难度极大。为满足其极致的快速到达需求,19号线运输组织设计完成以下创新:①17、18、19号线3条轨道线路之间的“一线拆解、三线贯通运营”运输组织方案设计,确保两场间直达列车开行可行性;②将市域交流A型列车最高运行速度由140 km/h提高至160 km/h,为实现双机场直达30 min创造更好条件;③为保持直达列车始终高速运行,采用直达列车过站速度提高至160 km/h、引入42号道岔等措施。

1 成都轨道交通19号线规划运营情况

1.1 规划背景

《成都市城市轨道交通线网规划修编》(2018版)明确19号线功能定位为:天府新中心至双流、温江的城轨快线,兼有过轨18号线联系双机场的机场快线功能^[1]。原17号线一期工程的金星站—九江北站段由19号线接管,19号线由金星站引出,经九江北站至双流国际机场向天府核心区穿越至18号线天府站,过轨18号线进入天府国际机场。

《成都市城市轨道交通线网规划修编》(2018版)中对17、18、19号线3条快线的规划布局示意如图1所示。

1.2 工程概况

19号线一期工程金星站—九江北站(原17号线一期局部线路),线路长度20.14 km,设地下车站5座,高架站2座,采用最高运行速度140 km/h的8辆编组市域A型车,站站停运营模式,于2020年12月18日

随 17 号线一期工程开通运营。

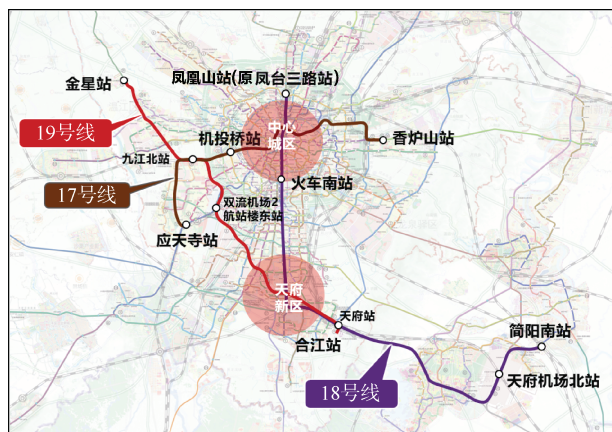


图 1 17、18、19 号线规划示意

Figure 1 Planning diagram of Lines 17, 18, 19

19 号线二期工程,九江北站(不含)—合江站(较规划延伸一站一区间至合江站),线路长 43.17 km,均为地下线,设地下车站 12 座。设计之初,仅双机场直达交路采用专用最高运行速度 160 km/h 的 6 辆编组市域 A 型车;站站停交路采用与一期工程一致的最高运行速度 140 km/h 的 8 辆编组市域 A 型车。受 19 号线穿越天府新区沿线规划发展暂不及预期而造成的客流量级不如预期影响,在 19 号线开通前及时对原列车编组方案进行 8 辆改 4 辆的修正性调整,最终统一采购最高运行速度 160 km/h 的市域 A 型车 4 辆编组。二期工程于 2023 年 11 月 28 日开通运营^[1]。

1.3 运营情况

1) 运营交路情况。19 号线二期工程“九江北站(不含)—合江站”开通时,原已运营快线 17 号线一期工程“金星站—九江北站”划归 19 号线一期;新建 19 号线二期与拆分而来的 19 号线一期、已运营快线 18 号线“天府站—天府机场北站”3 线贯通运营。拆分、贯通运营交路示意如图 2 所示。

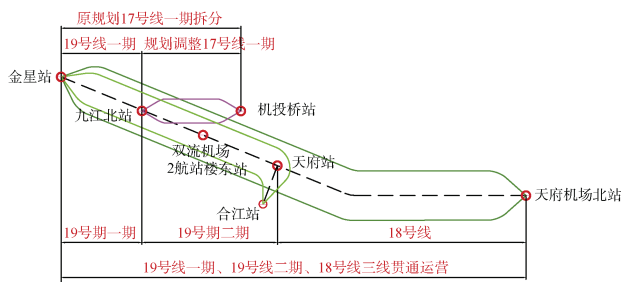


图 2 19 号线贯通运营交路示意

Figure 2 Through operation route diagram of Line 19

2) 快慢车运营模式。采用双机场直达车+站站停列车混跑的快慢车运营模式。高峰时段仅开行站站停列车,平峰时段加开双机场直达列车。双机场直达车全天开行 6 对,仅停靠起终点站双流机场 2 航站楼东站及天府机场 1 号、2 号航站楼站。

站站停列车采用大小交路混跑模式,小交路运营范围为金星站—合江站,贯通大交路运营范围为金星站—天府机场北站,高峰时段开行 16 对/h,大、小交路开行比例为 1:1。

18、19 号线共线段站站停列车按 8:8 对/h 开行,即 1:1 的开行比例。18 号线还开行火车南站至天府机场北站的直达车,按时刻表整点开行 1 对/h,全天开行 18 对,如图 3 所示。

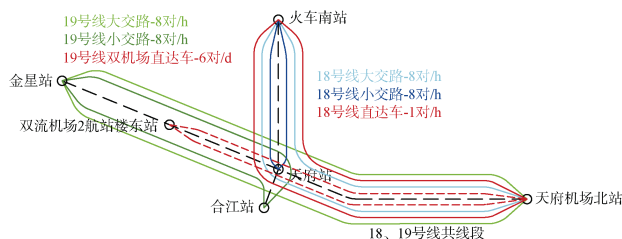


图 3 现行高峰时段交路及对数示意

Figure 3 The current peak hour routing and train frequency diagram

3) 双机场现状客流分析。19 号线二期的开通有效衔接了双机场的出行需求,双流机场 2 航站楼、天府机场 1 号和 2 号航站楼进站量分别较开通前增长 10.02% 和 2.52%。同时,开通后天府机场 1 号和 2 号航站楼的地铁分担率较开通前上涨 2.90%。

目前,双机场直达客流量仍处于培育期,其原因主要是双机场协调功能还未达到预期,转场客流不多,工作客流有限。

2 市域快线快速到达设计创新

2.1 跨线运营减少换乘时间

19 号线在天府站与 18 号线相交,不同于既往换乘衔接方式,考虑从双流国际机场驶出的 19 号线列车在天府站过轨 18 号线跨线运营至天府国际机场,减少双机场客流的换乘时间。

1) “Y”型互联互通交路形态。天府站是 18 号线凤凰山站—天府站小交路的南端折返站。19 号线可充分利用 18 号线小交路天府站折返后的大交路服务区段的能力富余,实现 19 号线与天府机场的直通交路服务。18、19 号线“Y”型互联互通交路形态如图 4 所示。

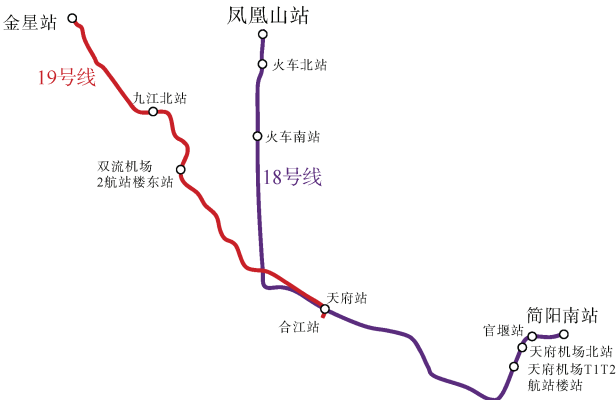


图 4 “Y”型互联互通交路形态
Figure 4 “Y” type interconnection route configuration

2) 跨线运营节点设计。18、19 号线跨线运营节点为天府站，其配线考虑 2 线跨线运行需求及 18 号线小交路折返、车辆基地接轨功能。同时，为了降低共线段 2 线机场快线的运能压力，结合客流特征，19 号线考虑在天府站后延伸一站一区间至合江站，满足 19 号线小交路列车折返功能。天府站与合江站配线示意如图 5 所示。

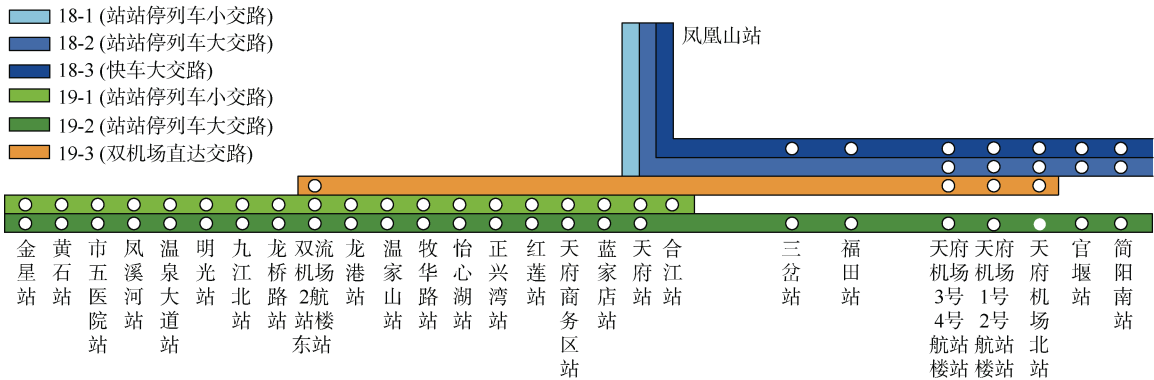


图 6 18、19 号线交路及停站方案示意(18 号线仅展示共线段停站方案)
Figure 6 Route and station-stopping scheme for Lines 18 and 19 (Line 18 shows only the shared-section stop scheme)

2.3 市域 A 型车最高运行速度提高至 160 km/h

成都轨道交通 19 号线是在成都市市域快轨系统制式统一为市域 A 型车的前提下规划的。当时最高运行速度 160 km/h 列车均采用成熟的 CRH 系列车型或同平台的市域 D 型车，市域 A 型车最高运行速度仅为 140 km/h，也是由成都轨道交通 18 号线首创的。早在 2015 年，18 号线建设规划获批后，成都就作为国内首个城市，在地铁 A 型车平台上开展最高运行速度提速至 140 km/h 的新车型研发。经过 18 号线的实践，成都首创的交流 25 kV 供电制式的市域 A 型车成功研

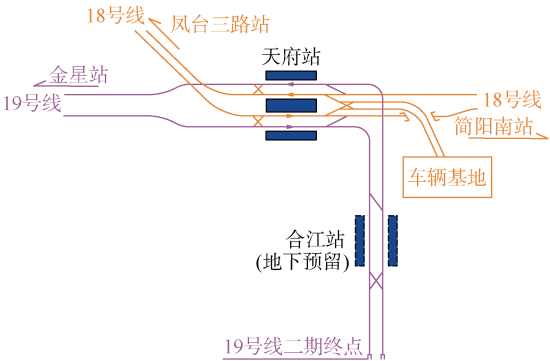


图 5 天府站与合江站配线示意
Figure 5 Track layout diagram of Tianfu Station and Hejiang Station

2.2 “直达+站站停混跑模式”满足复合功能定位

极致压缩列车中间站起停频次及停站时间，最终确定双机场间需开行直达列车才能满足 30 min 时间目标。随之而来产生的负面影响是直达列车对站站停列车能力的消耗。为此，应对措施是直达列车仅在平峰期开行，避免高峰期对站站停列车、通勤客流造成不良影响。综合以上措施，远期 18、19 号线交路及停站方案如图 6 所示。

发落地。

19 号线获批后，最高速度 160 km/h 的市域 A 型车也成功研发，为 19 号线实现双机场 30 min 直达奠定了坚实基础。

2.4 直达列车过站速度提高至 160 km/h

在 18 号线快车越站速度采用 100 km/h 的基础上，19 号线对双机场直达列车在双流机场 2 航站楼东一天府站段(新建段)提出采用 160 km/h 全速越站的设计要求，这是目前国内唯一一条城市轨道交通采用列车最高运行速度不降速过站的工程运营案例。为保证运

营安全、乘客舒适采取的配套技术措施如下。

1) 制定合理隧道断面和车站侧墙、站台门退距要求。对工程进行三维建模,对 160 km/h 高速运行列车进行三维动态模拟,确定合理的隧道断面不应小于 41 m²。在此基础上,确定越行站车站侧墙、站台门退距要求。其中 19 号线二期工程站台门安装限界由 1 630 mm 调整为 1 800 mm,站台门距离站台边缘 200mm 安装^[12]。

2) 引入 42 号道岔创新越行站配线型式。越行站采用单岛四线设置,配置 42 号道岔侧向接出越行线,确保直达列车维持在 160 km/h 速度侧向通过越行站。42 号道岔常铺设于有侧向出岔速度要求的高速铁路地面线路,城市轨道交通线路尚无建设先例^[9]。19 号线设计提出这种越行站配线方案是为了解决双机场直达全速过站需求。为最大限度控制 42 号道岔的使用数量,全线结合越行站设置需要和站址周边建设条件,仅在温家山站、蓝家店站共设置了 2 处这种形式的越行站(见图 7);在有条件的正兴湾站则设置双岛 4 线标准越行站(见图 8)。综合以上措施,19 号线实现双机场之间 30 min 直达目标。

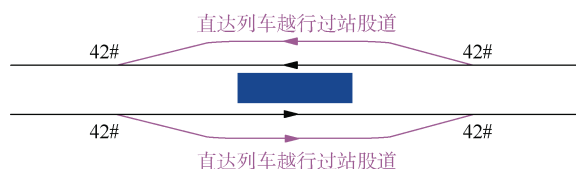


图 7 单岛四线越行线外侧(42 号道岔)

Figure 7 Outer track of single-island four-track overtaking configuration (No. 42 turnout)

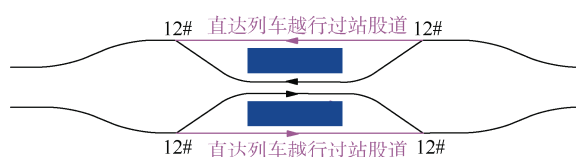


图 8 双岛四线(12 号道岔)

Figure 8 Dual-island four-track configuration (No. 12 turnout)

根据 19 号线越行站设置要求、系统能力要求、车辆段/停车场布置及出入段线接轨方案,并考虑运营期间列车故障工况,19 号线全线车站辅助配线如图 9 所示。

3 市域快线快速到达设计启示

3.1 规划提前布局确保跨线运营条件

在成都市轨道交通线网规划阶段,梳理出双机场 30 min 到达的需求,因此预留天府站跨线运营节点、

统一两线系统制式等条件,为双机场直达列车的开行奠定基础。成都轨道交通线网根据需要在不同城轨快线之间、城轨快线与市域(郊)铁路之间以及不同市域(郊)铁路之间对跨线运营进行统筹规划:①设置跨线运营节点(可独立运营也可跨线运营);②统一供电制式:AC 25 kV;③统一车辆:市域 A 型车;④统一信号系统:CBTC;⑤统一售检票:与成都轨道交通一网通。

因此,跨线运营线路需规划提前布局,建议在线网规划阶段提前统筹,预留跨线运营节点,在供电制式、车辆选型、信号系统、售检票系统等方面统一标准。

3.2 统一调度跨线运营线路

以 18、19 号线目前运营为例,已运营 18 号线车站停列车大小交路开行对数为 8:8 对/h,18 号线的大站快车考虑时刻表整点发车。19 号线大小交路也按照 8:8 对/h 开行,与 18 号线保持统一的发车频率,方便共线运营段的运营组织;双机场直达车考虑时刻表半点发车,以避免共线段 18 号线直达车与双机场直达车在同一时段开行对站站停列车不利影响的叠加。

同时,为统一协调 18、19 号线各系统间接口,确保多线互联互通的行车指挥及运营管理协调统一,19 号线一期工程、二期工程、18 号线工程采用新苗控制中心一个“大脑”控制。

因此,从保障运营安全、方便运营组织的角度出发,跨线运营线路需统筹考虑、统一调度。

3.3 市域 A 车应用新思路

目前成都市城市轨道交通系统制式可归为 3 大类:即 B 型车(80~100 km/h)、A 型车(80~100 km/h)、市域 A 型车(140~160 km/h),其中 B、A 型车主要适用于城区内普通地铁线,市域 A 型车适用城轨快线及市域(郊)铁路。成都市将城轨快线及市域(郊)铁路统一考虑为市域 A 型车,相较于选用市域 C 型车或市域 D 型车,不仅有效降低工程造价、车辆造价、最大化维持城轨线网车辆维保资源共享,也为后续线路的互联互通创造了有利条件。

最高运行速度可以达到 160 km/h 的市域 A 型车的成功应用,也为后续城市的城轨快线及市域(郊)铁路的车辆选型开拓了新思路。

3.4 快车过站速度具备提高条件

通过 19 号线 160 km/h 过站模拟分析和 18 号线 100 km/h 过站实测分析,首次提出 160 km/h 全速过站时,站台门承压、退距与 100 km/h 过站保持一致,站台门承压 $\pm 3\ 500$ Pa,站台门距离站台边缘 200 mm 安装。

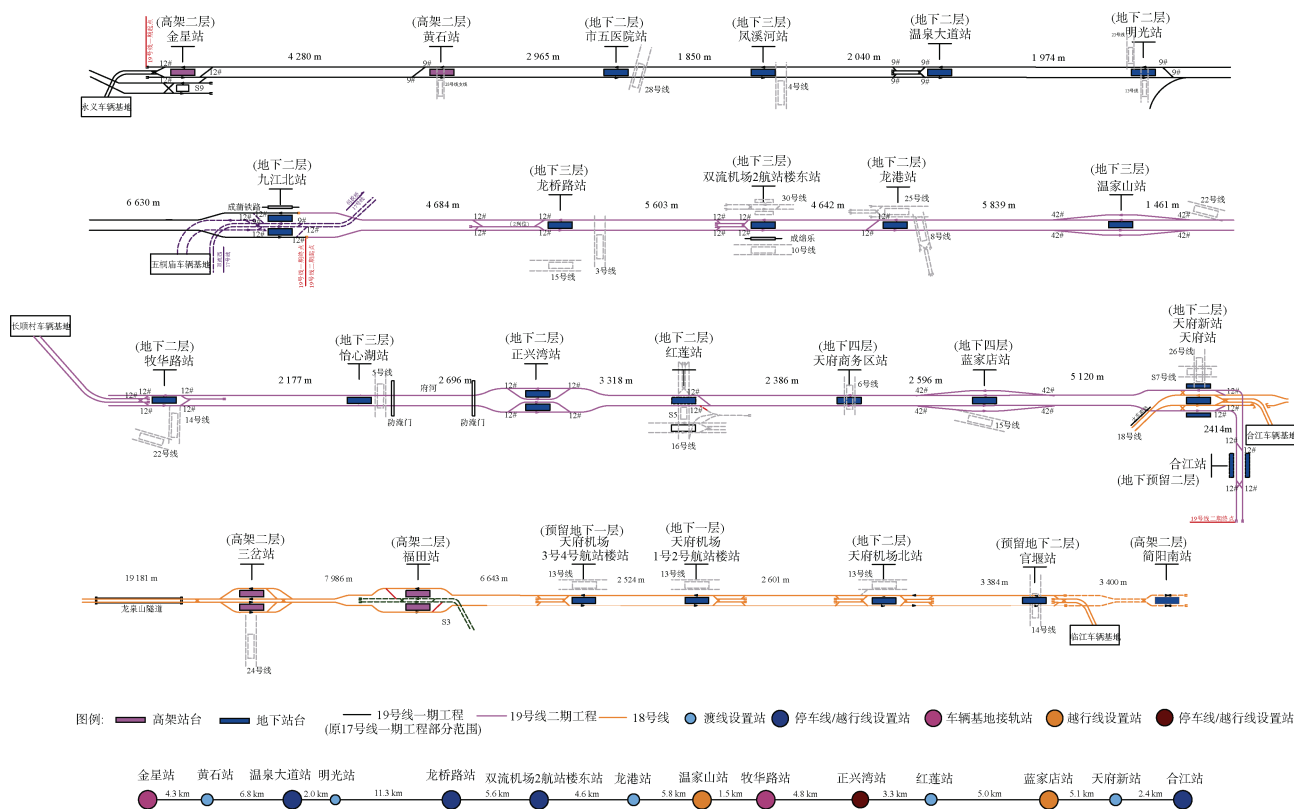


图 9 19 号线全线车站配线

Figure 9 Track layout of all stations on Line 19

这为后续采用快慢车运营模式的线路隧道压力波研究、快车过站速度选择提供了参考。

3.5 42 号道岔谨慎引入地下工程

19 号线首次在地面工程引入 42 号道岔, 以解决双机场直达全速过站需求。42 号道岔全长 157.2 m, 最长部件达 49.192 m, 最重单体构件辙叉重 13.2 t, 道岔既重又长, 且组件众多, 基本轨施工和更换难度均较大, 需制定针对性的道岔吊装运输方案和运营维保方案。19 号线施工期 42 号道岔部件通过轨排井进行吊装下井, 运营期轨排井封堵后装卸点需调整至合江车辆段。但因为线上运输时平板车无法正常通过车辆段 R350 m 曲线, 以及运输到更换位置后无法实现部件调头困难, 为此还对 19 号线合江车辆段进行了适应性设计。

因此, 42 号道岔引入城市地下工程绝非值得推广的设计理念, 除了增大工程建设投资外, 也增加了运营维护的复杂程度和难度, 在后续地下工程道岔选型中应持谨慎的态度。

4 结语

本文围绕市域快线“快速到达”这一核心目标,以

成都轨道交通 19 号线为工程载体,系统性地研究市域快线在长距离、复合功能定位下如何实现“快速到达”需求的运输组织关键技术。19 号线在面对 66.7 km 长运营距离,“双机场 30 min 到达”的严苛出行时间目标要求下,突破了传统市域快线在换乘衔接、车辆选型、过站速度等方面的技术局限,形成了以“跨线贯通运营、车辆系统提速、高速过站配套”为核心的运输组织关键技术。该技术方案不仅成功支撑了 19 号线市域快线干线及双机场联络线复合功能的实现,更重要的是形成了一套具备系统性、可迁移性的技术方法。

为实现市域快线的“快速到达”目标,可采用以下运输组织技术:①规划提前布局,确保跨线运营的工程条件与系统兼容性;②运营统一调度,保障多线协同与行车安全;③市域 A 型车提速应用,降低工程造价、增加资源共享;④合理提升快车过站速度,压缩旅行时间;⑤审慎对待 42 号道岔等特殊工程措施,平衡全生命周期成本。本文所总结的面向快速到达的市域快线运输组织设计创新与设计启示,对未来同类具备快速到达需求的市域快线的规划建设提供了借鉴和参考。

参考文献

- [1] 张庆. 成都轨道交通 19 号线双机场直达设计创新与实践[J]. 交通科技与管理, 2023, 4(19): 40-42.
- Zhang Qing. Design innovation and practice of double airport direct access for Chengdu rail transit line 19[J]. 1, 2023, 4(19): 40-42.
- [2] 鲁放, 周旭, 乔颖丽, 等. 2020 年中国轨道交通机场线统计及空轨协同运营分析[J]. 都市快轨交通, 2020, 33(6): 1-6.
- Lu Fang, Zhou Xu, Qiao Yingli, et al. China's airport rail lines in 2020: statistics and analysis of cooperative operation[J]. Urban rapid rail transit, 2020, 33(6): 1-6.
- [3] 向红. 地铁快慢车模式研究体系的建立[J]. 铁道工程学报, 2014, 31(8): 101-104.
- Xiang Hong. The establishment of the express/slow metro train organization mode's research system[J]. Journal of railway engineering society, 2014, 31(8): 101-104.
- [4] 陈福贵. 市域快轨交通行车组织设计创新与实践[M]. 北京: 人民交通出版社, 2022: 74-104.
- Chen Fugui. Innovation and practice of metropolitan rapid rail transit organization design[M]. Beijing: China Communications Press, 2022: 74-104.
- [5] 陈阳, 陈福贵, 温念慈. 城市轨道交通快慢车越行模式研究[J]. 铁道运输与经济, 2025, 47(1): 149-155.
- Chen Yang, Chen Fugui, Wen Nianci. Overtaking modes of fast and slow trains in urban rail transit[J]. Railway transport and economy, 2025, 47(1): 149-155.
- [6] 杨志成, 董茹玲, 贾鹏. 新建机场快线速度目标值选择的方法研究[J]. 都市快轨交通, 2020, 33(6): 84-90.
- Yang Zhicheng, Dong Ruling, Jia Peng. Method of selecting the speed target value for the new airport express train[J]. Urban rapid rail transit, 2020, 33(6): 84-90.
- [7] 徐成永, 李猛. 北京市域快轨新机场线车辆选型研究[J]. 都市快轨交通, 2016, 29(4): 20-23.
- Xu Chengyong, Li Meng. Vehicle selection of new airport express in Beijing[J]. Urban rapid rail transit, 2016, 29(4): 20-23.
- [8] 刘昕铭, 王建, 王佳庆. 160 km/h 城轨快线限界关键技术研究[J]. 都市快轨交通, 2024, 37(1): 88-94.
- Liu Xinming, Wang Jian, Wang Jiaqing. Key technologies of 160 km/h urban rail express gauge[J]. Urban rapid rail transit, 2024, 37(1): 88-94.
- [9] 周宏昌. 市域(郊)铁路快慢车运营组织模式下越行站以及越行速度方案研究: 以重庆市域(郊)铁路大足线为例[J]. 铁道标准设计, 2025, 69(12): 17-24.
- Zhou Hongchang. Study on overtaking stations and overtaking speed schemes under operation and organization mode of fast and slow trains in suburban railways: a case study of Dazu line of Chongqing suburban railway[J]. Railway standard design, 2025, 69(12): 17-24.
- [10] 宋仲仲. 快慢车运营组织模式下城市轨道交通越行站配线方案包容性设计研究[J]. 铁道标准设计, 2022, 66(12): 56-60.
- Song Zhongzhong. Research on inclusive design of overtaking station lines arrangement scheme under the mode of express and normal train operation organization[J]. Railway standard design, 2022, 66(12): 56-60.
- [11] 成都市城市轨道交通线网规划修编(2018 版)[R]. 成都: 成都市城乡建设委员会, 2018.
- [12] 常新亮, 曾臻, 毕海权, 等. 成都快线列车越行过站台门气动压力实车测试研究[J]. 制冷与空调(四川), 2023, 37(4): 539-545.
- Chang Xinliang, Zeng Zhen, Bi Haiquan, et al. Field measurements of aerodynamic pressures on platform screen doors at the overtaking station of Chengdu rail transit[J]. Refrigeration and air conditioning, 2023, 37(4): 539-545.

(编辑: 王艳菊)